

## TIC, papel y pegamento

Rodríguez Rodríguez, Elena<sup>1</sup>; Moreno Guzmán, María<sup>1</sup>; Sánchez-Paniagua, López Marta<sup>1</sup>.

**Resumen:** Durante el curso académico 2020-21 se ha recurrido a la elaboración de maquetas tridimensionales caseras como método didáctico para mejorar la comprensión de la materia impartida, en concreto el diseño y funcionamiento de los instrumentos destinados al Análisis Químico, de la asignatura “Fundamentos de Química y Análisis Químico” en el Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Para llevar a cabo la actividad de forma satisfactoria, el uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) ha sido fundamental, ya que ha permitido la exposición de las maquetas en el aula, su valoración por parte del profesorado y de los/las compañeros/as y el acceso a las mismas a lo largo del curso.

**Palabras clave:** Maquetas tridimensionales, trabajos por proyectos, Química Analítica Instrumental, tecnologías de la información y comunicación (TIC).

### 1. Las maquetas como material didáctico

La definición de maqueta es la reproducción física “a escala”, en tres dimensiones, por lo general en tamaño reducido de algo real o ficticio. A lo largo de la historia las maquetas se han utilizado como un medio de representación para mostrar de forma clara e inmediata las características de un proyecto complejo de forma que pueda ser comprensible por todos los públicos (Knoll y Hechinger 2005; Consalez 2002). Las maquetas ofrecen una visión de conjunto tridimensional, son fáciles y relativamente rápidas de elaborar, no precisan de conocimientos especiales y son accesibles a cualquier alumno/a, por lo que pueden constituir una herramienta muy útil ofreciendo una visión de conjunto en tres dimensiones y reflejar de forma clara y comprensible aquello que los dibujos y esquemas desean expresar de forma bidimensional (Pérez-Carrión et al. 2006).

De esta manera, la maqueta didáctica ofrece al discente la posibilidad de comprender de forma inmediata ciertas materias. Principalmente capacita al alumnado para interiorizar y asimilar conceptos muy abstractos en relación con la visión espacial, la geometría y los sistemas de representación, que a menudo se aprenden sin llegar a interiorizarlos. Por ello, en entornos educativos se utilizan en algunas ocasiones las maquetas como recursos didácticos auxiliares o complementarios. Así, (Álvarez 2011) señala la maqueta como un elemento didáctico de primer orden. En concreto, en educación superior universitaria es habitual su uso en ingeniería, arquitectura y geografía, mediante el desarrollo de mapas con relieve, en dibujo técnico, donde se usan piezas metálicas manipulables y en estudios artísticos usando réplicas tridimensionales de obras escultóricas. En la enseñanza preuniversitaria también es habitual que los/as estudiantes realicen sus propias maquetas como un paso más en el proceso de aprendizaje (Sardá Jorge y Márquez 2008). Sin embargo, en materias de química no es habitual el uso de maquetas, estando el discente únicamente en contacto con la instrumentación de la que se dispone en los laboratorios, que no es toda la que se ve de forma teórica en las aulas.

---

<sup>1</sup> Unidad Docente de Química Analítica. Departamento de Química en Ciencias Farmacéuticas. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Email: elenarodri@ucm.es. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3513-4642>.

### **1.1. Las maquetas físicas frente a la aparición de maquetas digitales**

Las tecnologías digitales permiten el diseño de recursos didácticos, alternativos a la manipulación directa de objetos tangibles, con los que el usuario puede interactuar con contenidos 3D. Entre estas tecnologías destacan los dispositivos multitáctiles como los smartphones y las “Tablets”, cuya interfaz tangible se aproxima a la forma de interactuar con el objeto real (Yi-Chen et al. 2011). El modelado, escaneo y la impresión 3D hasta hace unos años requerían un largo y costoso aprendizaje, además se precisaba un equipo técnico avanzado y el precio de los programas era muy elevado (Del Caño, De la Cruz y Solano 2007). Sin embargo, en 2006, se inició la distribución de forma gratuita del programa SketchUp por parte de Google, que ofrece la posibilidad de introducir al usuario en el Modelado 3D con pocos conocimientos y en muy poco tiempo (De la Torre-Cantero et al. 2015). Además, cabe destacar que el uso de modelos tridimensionales digitales puede solventar algunas de las carencias que presentan los modelos reales o maquetas, como roturas o pérdidas de objetos, ya que los modelos 3D no solo se pueden visualizar en diversos dispositivos, tanto offline como online, sino que además es posible su descarga para su reproducción tantas veces como sea necesario. Además, resuelven la problemática del transporte, intercambio y almacenaje, debido a la opción de archivarlos en espacios en la nube o aulas virtuales, traspasando así los límites de un laboratorio (Saorín et al. 2017).

Debido a sus ventajas, se podría pensar que con los ordenadores y los programas de representación tridimensional y de animación, las maquetas físicas han perdido su funcionalidad. Sin embargo, se destacan como aportaciones del uso de las maquetas la posibilidad de explorar el objeto real que simula de un modo más próximo de lo que permiten otros medios y, por otra parte, su construcción forma parte del “aprender haciendo” (Ortiz de Zárate Arriola 2014).

## **2. Uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el aula**

Las TIC son un conjunto de herramientas, soportes y canales para el tratamiento y acceso a la información que facilitan el aprendizaje en los/as estudiantes y permite interactuar con el docente a distancia, abriendo nuevas posibilidades al trabajo grupal y colaborativo.

En este sentido, y teniendo en cuenta las circunstancias del curso académico 2020-21, en el que se ha trabajado con clases semipresenciales en muchas ocasiones, las TIC han constituido una herramienta fundamental para la buena práctica de la docencia.

Entre las TIC utilizadas en el ámbito Universitario se encuentra la plataforma virtual Moodle, que permite no sólo subir documentación, abrir y evaluar actividades, comunicarse con el alumnado, si no también, a través de la herramienta Blackboard Collaborate, realizar conferencias web, permitiendo que el proceso enseñanza-aprendizaje a través de clases se realice de forma online (Pelegrín 2010; Castaño-Calle 2018).

También resaltar la herramienta Google Suite para educación, que es un paquete que contiene aplicaciones diversas para comunicarse e interactuar, crear y desarrollar contenidos y proyectos, guardar y acceder a archivos, etc. Están incluidas en Google Suite para educación las herramientas Correo, Calendario, Documentos, Hojas de cálculo, Formularios, Sites, Grupos, Chat, Meet, Google Classroom, etc. Esta herramienta facilita la utilización de recursos en la nube, potenciando así la comunicación y la colaboración online, además del desarrollo de destrezas y capacitaciones digitales del alumnado en cualquier nivel (Martínez Mayoral et al. 2019).

### **3. Metodología de la actividad propuesta**

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto y que, según nuestra experiencia, los/as alumnos/as tienen muchas dificultades para hacerse una idea de la instrumentación de los equipos de análisis que se explica en “Análisis Químico Instrumental”, a pesar de que en clase se usan dibujos bidimensionales y esquemas, en el presente curso 2020-2021 se recurrió al uso de maquetas físicas tridimensionales que los/as alumnos/as debían elaborar con material casero (bombillas, hilos, cajas, etc.) y debían exponer en clase.

La actividad se llevó a cabo en la asignatura de “Fundamentos de Química y Análisis Químico” del Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la UCM, que es una asignatura anual impartida por 4 Departamentos de 2 Facultades diferentes (Química y Farmacia). El departamento de Química en Ciencias Farmacéuticas de la Facultad de Farmacia imparte el último bloque (2,25 créditos de 12 créditos totales) dedicados al Análisis Químico Instrumental. Cabe mencionar que, en el presente curso, debido a la pandemia COVID19, se ha trabajado de forma semipresencial, la clase se dividía en dos grupos, un grupo de alumnos/as asistía de forma presencial mientras que el otro grupo participaba en la clase de forma remota, cada semana los grupos rotaban. Para llevar a cabo la actividad el alumnado se dividió en grupos de 3 personas (se permitieron 4 personas en casos excepcionales). Cada grupo tuvo que seleccionar un tema del cual iba a realizar la maqueta. Se repartieron entre los 4 temas principales que se imparten en la asignatura (en función de la variabilidad del tema, se asignaban más o menos grupos). Los viernes de cada semana los grupos fijados debían exponer la maqueta que se les había asignado y que estaba relacionada con el tema de teoría impartido en esa misma semana. Para la exposición contaban con 5-10 minutos y al final de la misma, tanto los/as compañeros/as como la profesora, hacían las preguntas con los comentarios y las dudas que hubieran podido surgir. Además, al final de cada exposición el resto de grupos participantes en la actividad y la propia profesora valoraban las maquetas usando la misma rúbrica (Tabla 1), que se encontraba en Google Drive en forma de hoja de cálculo y estaba compartida por todos los/as estudiantes y la profesora. El link a dicha encuesta se colgaba en el campus virtual y estaba sólo visible durante el tiempo que duraba la clase. Como los integrantes de algunos grupos estaban siguiendo la clase de forma remota desde casa, se comunicaban entre ellos usando el móvil o plataformas como WhatsApp o Google Meet para consensuar la puntuación. Cabe mencionar que para facilitar la visualización de las maquetas a los/as estudiantes que estaban en casa, aunque una cámara estaba conectada en Blackboard Collaborate para poder seguir a tiempo real lo que ocurría en el aula, se compartió también una foto de las mismas a través de la herramienta Collaborate para que pudieran verlas con mejor calidad. Además, todas las fotografías de las maquetas se iban colgando en el campus virtual y quedaban disponibles para todos los/as estudiantes con el fin de facilitar el estudio de la asignatura.

Tabla 1. Rúbrica usada en la valoración de las maquetas

Ítems		Puntuación
Representativa: en este punto se toma en cuenta si el modelo en el que se realizó la maqueta es acorde al tema principal	A simple vista se sabe cuál es el instrumento que representa	2
	Se intuye que instrumento representa, pero con dificultad	1
	No se parece nada al instrumento real	0
Organización: se le evaluará si la distribución empleada en la maqueta es visualmente acorde al tema y al proyecto requerido	Todos los componentes de la maqueta siguen el orden y son representativos del instrumento real	2
	Hay al menos 2 componentes erróneos (diseño o disposición) en la maqueta	1
	Hay 3 o más componentes erróneos (diseño o disposición) en la maqueta	0
Calidad de la construcción	La maqueta muestra una considerable atención en su construcción. Todos los elementos están cuidadosamente contruidos. Sus componentes están nítidamente presentados con muchos detalles.	2
	La maqueta muestra algo de atención en su construcción. Hay algunos fallos estéticos en su construcción	1
	La elaboración no ha sido nada cuidada, hay muchos fallos estéticos	0
Creatividad y diseño: se toma en cuenta la originalidad empleada por el alumno para crear la maqueta	Varios de los objetos usados en la maqueta reflejan un excepcional grado de creatividad del/la estudiante en su creación y/o exhibición	2
	Los objetos presentados en la maqueta no denotan creatividad ni atractivo	1
	No hizo o personalizó ninguno de los elementos en la maqueta	0
Exposición: se considera si el/la estudiante sabe explicar cada uno de los elementos de la maqueta	El/la estudiante da una explicación razonable de cómo cada elemento en la maqueta está relacionado al tema asignado	2
	El/la estudiante da una explicación bastante clara de cómo los elementos en la maqueta están relacionados al tema asignado	1

	Las explicaciones del/la estudiante son vagas e ilustran su dificultad en entender cómo los elementos están relacionados con el tema asignado	0
Argumentación: se considera la capacidad de respuesta ante las preguntas planteadas	Los/as estudiantes responden adecuadamente a todas las preguntas planteadas, denotan buen conocimiento del tema	2
	Los/as estudiantes responden adecuadamente a algunas de las preguntas planteadas, denotan un adecuado conocimiento del tema, aunque con algunas debilidades	1
	Los/as estudiantes no responden a las preguntas planteadas, se nota que no comprenden el tema	0

Por último, para conocer la opinión del alumnado sobre la elaboración de las maquetas, se creó una encuesta anónima de opinión usando la herramienta de formularios de Google (<https://forms.gle/nHSJrtr2tHfYRXpMA>), cuyo link se colgó en el campus virtual y que pudo ser contestada hasta un día después de la fecha del examen de la asignatura (Tabla 2).

Tabla 2. Encuesta de valoración de las maquetas enviada al alumnado

Nombre y apellidos (opcional)	
Edad	
Sexo	
¿Eres repetidor? (si/no)	
¿Te ha parecido útil elaborar las maquetas para comprender mejor los instrumentos? (señalar una respuesta)	<input type="checkbox"/> Si, ha sido una forma muy didáctica de trabajar <input type="checkbox"/> No, me ha llevado mucho tiempo y prefiero ver únicamente los esquemas en las clases magistrales <input type="checkbox"/> Me parece igual esta forma de trabajar que la "tradicional"
¿Te ha ayudado ver las maquetas elaboradas por los compañeros?	<input type="checkbox"/> Si, me ha ayudado a comprender mejor los instrumentos vistos en clase <input type="checkbox"/> No me ha servido para nada ver las maquetas de los compañeros, sólo he perdido el tiempo al verlas <input type="checkbox"/> Me ha dado igual ver las demás maquetas, podría haber entendido igual la asignatura sin ellas
¿Cómo calificarías, en general, la calidad y el contenido de las maquetas elaboradas, del 0 al 10? (donde 0 es pésimos y 10 inmejorables)	

¿Qué recomendaciones nos darías para mejorar esta forma de trabajar?

### 3.1. Resultados de la actividad

De los/as 105 alumnos/as matriculados en la asignatura se apuntaron inicialmente 70 alumnos/as, lo que constituyó un total de 23 grupos de trabajo. Finalmente 12 estudiantes (4 grupos) abandonaron la actividad. Por tanto, la actividad fue desarrollada por un 55,2 % de los/as estudiantes matriculados/as.

Los temas de los que se hicieron maquetas se muestran en la Tabla 3, así como la puntuación media asignada por la profesora a las maquetas de cada tema. Se puede observar que la nota media recibida fue mejorando ligeramente a lo largo del curso, posiblemente debido a que los/as estudiantes iban mejorando y corrigiendo los fallos que tenían sus compañeros/as en las semanas previas de exposición. En la figura 1 se muestra la maqueta con la mejor nota de cada semana.

Tabla 3. Maquetas realizadas por semana y nota media recibida por la profesora

Semana	Tema	Número de grupos (maquetas)	Nota media
1	Espectroscopía de absorción atómica	6	6,1
2	Espectroscopía de absorción molecular	7	6,9
3	Espectroscopía de fluorescencia	3	7,1
5	Cromatografía	3	7,4

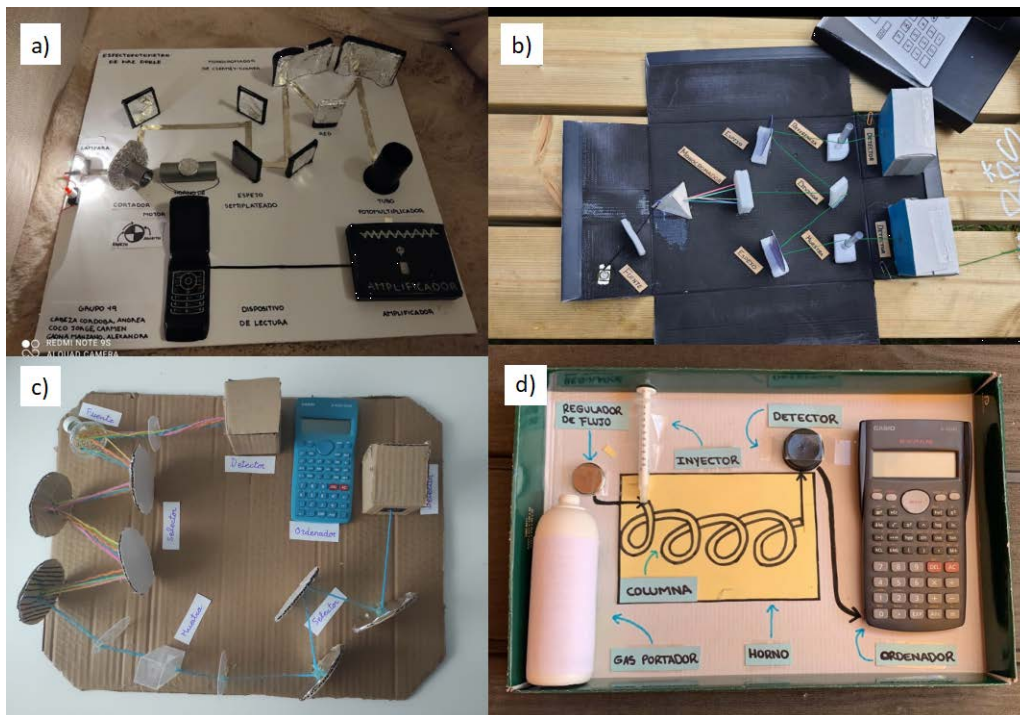


Figura 1. Maquetas de cada semana con mayor valoración. a) Semana 1: espectrofotómetro de absorción atómica de haz doble con horno como atomizador; b) Semana 2: espectrofotómetro de absorción molecular UV-Vis de haz doble monocanal; c) Semana 3: espectrofluorímetro d) Semana 5: Cromatógrafo de gases.

La encuesta de opinión de los/as estudiantes con respecto a la actividad realizada fue contestada por 26 estudiantes únicamente (24,8% del total de alumnos/as matriculados/as y 44,8% del total de alumnos/as que participaron en la actividad), lo que pone de manifiesto una baja participación, que es común en este tipo de encuestas (Rodríguez-Rodríguez et al. 2019). Destaca que al 92,3% de los encuestados encontró esta forma de trabajar muy didáctica y que al 84,6% le había ayudado a comprender mejor los instrumentos estudiados en clase, siendo la valoración de los/as estudiantes a la actividad de 7,8 puntos sobre 10. Esto pone de manifiesto la buena aceptación por los/as alumnos/as de la actividad, lo que coincide con lo encontrado por otros autores (Pérez-Sánchez, 2018) y nos plantearemos seguir realizándola en próximos cursos.

#### **4. Conclusión**

La elaboración de maquetas tridimensionales constituyen un método didáctico bien aceptado y valorado por los/as alumnos/as, siendo el uso de las TIC fundamental y necesario durante el presente curso, en el que se ha impartido la docencia de forma semipresencial a causa de la pandemia COVID19, para poder trabajar de forma activa con esta actividad, haciendo posible realizar la exposición de las mismas en el aula, su valoración por parte del resto de compañeros/as y el acceso a las mismas a lo largo del curso.

#### **Referencias bibliográficas**

Knoll, Wolfgang, Martin Hechinger. 2005. *Maquetas de arquitectura. Técnicas y construcción*. Barcelona: Gustavo Gili S.A.

Consalez, Lorenzo. 2002. *Maquetas. La representación del espacio en el proyecto arquitectónico*. Barcelona: Gustavo Gili. S.A.

Perez Carrión, Teresa., Juan Ignacio Ferreiro Prieto, Ricardo Pigem Boza, Roberto Tomas, Manuel Gabriel Cardona Serrano, Maria del Carmen Diaz Ivorra. 2006. "Las maquetas como material didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la lectura e interpretación de planos en la ingeniería". Comunicación presentada en el *XVIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica: diseño e innovación*, Sitges, 31 de mayo, 1 y 2 de junio.

Ortiz de Zárate Arriola, Estíbaliz. 2014. "La maqueta como recurso educativo para una didáctica del entorno urbano en la educación obligatoria". Trabajo Fin de Máster. Universidad Internacional de la Rioja.

Álvarez Prozorovich, Fernando. 2011. "Rastrear proyectos, contar historias". *Diagonal* 28, 10-13.

Sardá Jorge, Anna, Conxita Márquez. 2008. "El uso de maquetas en el proceso de enseñanza-aprendizaje del sistema nervioso". *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 14, no. 58: 67-76.

Del Caño, Alfredo, María del Pilar De la Cruz, Luis Solano. 2007. "Diseño, ingeniería, fabricación y ejecución asistidos por ordenador en la construcción: evolución y desafíos a futuro". *Informes de la Construcción* 505, 53-71.

Yi-Chen, Chen., Chi Hung-Lin, Hung Wei-Han, Kang Shih-Chung. 2011. "Use of Tangible and Augmented Reality Models in Engineering Graphics Courses". *Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice* 137. no 4: 267-276.

De la Torre-Cantero, Jorge, Jose Saorín, Cecile Meier, Dámari Melián-Díaz, Manuel Drago-Díaz Alemán. 2015. "Creación de réplicas de patrimonio escultórico mediante reconstrucción 3D e impresoras 3D de bajo coste para uso en entornos educativos". *Arte, Individuo y Sociedad* 27, no 3: 427-444

Saorín, José Luis, Cecile Meier, Jorge de la Torre-Cantero, Carlos Carbonell-Carrera, Dámari Melián-Díaz, Alejandro Bonnet de León. 2017. "Competencia Digital: Su relación con el uso y manejo de modelos 3D tridimensionales digitales e impresos en 3D" *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC* 6, no 2: 27-46.

Martinez Mayoral, M<sup>a</sup> Asunción, Javier Morales Socuéllamos, Juan Aparicio Baeza, Lidia Ortiz Henarejos, Manuel Quesada Martínez. 2019. *TICs para la docencia y el aprendizaje*. Elche: Universidad Miguel Hernández.

Pelegrín, Javier. 2010. "La Plataforma Moodle: una herramienta de aprendizaje útil y necesaria en el Espacio Europeo de Educación Superior". En *Innovación en las Aulas Universitarias: Encuentros*, ed. Por M.<sup>a</sup> Amor Martín Fernández y Eloísa Reche Urbano, 129-146. España: Escuela Universitaria de Magisterio "Sagrado Corazón".

Castaño-Calle, Raimundo. 2018. "Moodle y Blackboard Collaborate. Recursos de innovación y apoyo a la formación semipresencial en el marco de las necesidades educativas específicas". Comunicación presentada en el *I Congreso Virtual Internacional y III Congreso Virtual Iberoamericano sobre Recursos Educativos Innovadores*. Madrid, 11-17 de diciembre.

Pérez Sánchez, Juan Carlos, Beatriz Piedecausa-García, José Manuel Mateo Vicente, Pablo Palma Sellés. 2015. "Elaboración y exposición de maquetas constructivas como metodología docente". Comunicación presentada en las *XIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria*. Alicante, 2-3 de julio.

Rodríguez-Rodríguez, Elena, Marta Sánchez-Paniagua López, Aranzazu Aparicio, Ana María Lopez-Sobaler, Inmaculada Mateos-Aparicio, Rosa María Ortega Anta, Beatriz López Ruiz, Paz Sevilla Sierra, María Luisa Delgado-Losada, Marina Molina Santos, África Peral-Suarez, Esther Cuadrado-Soto, Ángela Amores, José Raggio Quilez, Cristina Bodas Folguera, Rocío Teresa Jiménez de la Peña. 2019. "Health science students opinion about their participation in activities to improve their learning". Comunicación presentada en el congreso *12th International Conference of Education, Research and Innovation*, Sevilla, 11-13 de noviembre.